

## 明細書

## 界面活性剤組成物

## 技術分野

本発明は、界面活性剤組成物およびスラリー粘性を制御するレオロジー改質剤に関するものであり、更に詳しくは、土木・建築材料、二次製品材料及び補修材料等として使用される粉体を含有してなる水-粉体スラリーのためのレオロジー改質剤、及び該改質剤を含有するスラリーに関する。

## 従来の技術

一般に、水と粉体からなるスラリーにおいて粘性等のレオロジー物性を制御するには、水と粉体の比率を調節したり、pH調整剤などにより粒子の分散状態を変えたり、あるいは、吸水性ポリマーを添加して余剰水量を制御したりする等の技術が使われてきた。

特に、水溶性高分子化合物をスラリー系に添加して高分子の絡み合いによる増粘作用を利用する技術は、安価に大きな増粘効果を得られるため、土木・建築分野を中心として幅広い用途で実用化されている。例えば、JP-B5-39901ではメチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース等のセルロース誘導体や、JP-A11-189452ではポリ(エチレンオキサイド)の様な水溶性高分子化合物が、材料の分離抵抗性を高めるために、ペースト、モルタルや水中コンクリート及び高流動コンクリートなどに使用されている。

また、水溶性高分子をペースト、モルタル及びコンクリートに使用する場合は、粉体の比率が小さい配合（水粉体比30%以上）が多く、水粉体比が大きい配合になるほど経時的な粘性の安定性が低下し、ブリージング水が出る等の材料分離が起りやすい。

推進工法は、工場で製造された推進管（鉄筋コンクリート管、硬質塩化ビニル管、鋼管、鋳鉄管等）の先端に掘削機を取り付け、ジャッキの推進力等で管を地中に圧入して、管渠を築造する工法である。推進工法は、「刃口推進工法」、「密閉型推進工法」、「小口径管推進工法」の3つの工法に大別される。特に、「密閉型推進工法」の中に、泥土圧式推進工法と呼ばれる工法が有り、これは掘削土砂の塑性流動化を促進させる「掘削添加材」を注入しながら、掘削ヘッドで掘削土砂と混合して、元押しジャッキの推進力で加圧し、その泥土圧を切羽全体に作用させて、切羽の安定を図りながら、スクリューコンベアで排土しつつ掘進する工法である。この時、「掘削添加材」は例えば次のような場合に使用する。（1）掘削地盤の透水係数が大きく、湧水量が多く地山の粘土、シルト分（細粒分ともいう、粒径0.075mm以下の土）が少ない地盤の推進において、掘削土と水が混合されても細粒分が不足しているためスムーズな排土ができない場合、また、（2）間隙比が大きく、粒度バランスが悪い掘削土を塑性流動性と不透水性を持つ泥土に改造させる場合がある。

一方、特に水硬性組成物に関して、J P - A 2 0 0 3 - 2 3 8 2 2 2には、コンクリート等の粘性及び流動性を高め、且つ骨材、セメント、水の材料分離抵抗性に優れた性状を与えることのできる水硬性組成物用添加剤として、特定の第1、第2の化合物を組み合わせてなる水硬性組成物用添加剤が記載されている。

J P - A 2 0 0 3 - 2 3 8 2 2 2 の添加剤は、スラリーである水硬性組成物に、優れた分離抵抗性を付与できるものであるとされている。

## 発明の開示

本発明は、カチオン性界面活性剤（以下、化合物（A）という）と、アニオン性芳香族化合物及び臭化化合物からなる群より選ばれる1種以上の化合物（以下、化合物（B）という）と、カチオン性ポリマー（C）とを含有し、化合物（A）と化合物（B）の組み合わせが、化合物（A）の水溶液 $S_A$ （20℃での粘度が100mPa・s以下のもの）と化合物（B）の水溶液 $S_B$ （20℃での粘度が100mPa・s以下のもの）とを50/50の重量比で混合した水溶液の20℃における粘度が、混合前のいずれの水溶液（20℃）の粘度よりも少なくとも2倍高くなる組み合わせである界面活性剤組成物に関する。

また、本発明は、化合物（A）を含む組成物（ $\alpha$ ）と、化合物（B）を含む組成物（ $\beta$ ）と、カチオン性ポリマー（C）を含む組成物（ $\gamma$ ）との組合せを含むか、又は、化合物（A）、化合物（B）及びカチオン性ポリマー（C）のうち、いずれか2つを含み残りの1つを含まない組成物（I）と、組成物（I）が含まない残りの1つを含む組成物（II）との組合せを含んでなる上記界面活性剤組成物を得るためのキットである。

本発明は、上記の界面活性剤組成物のスラリーレオロジー改質剤用途、上記の界面活性剤組成物を含むスラリーレオロジー改質剤、上記の界面活性剤組成物と、水と、水硬性粉体及び／又は粘土以外のフィラーと、粘土とを含有するスラリー、上記の界面活性剤組成物をスラリーに添加することを含むスラリーのレオロジーを改

質する方法または、上記のキットを用いるスラリーのレオロジーを改質する方法である。

本発明によれば、上記本発明の界面活性剤組成物を含有するスラリーレオロジー改質剤（以下、本発明のスラリーレオロジー改質剤という場合もある）を提供することができる。また、本発明によれば、上記発明の界面活性剤組成物を用いてスラリーのレオロジーを改質する方法を提供することができる。

本発明は、上記スラリーを掘削添加材として用いることを含む推進工法を行う方法と上記スラリーの推進工法掘削添加材としての用途も提供する。

#### 発明の詳細な説明

しかしながら、水溶性高分子化合物を使用して効率的な増粘効果を得るためにには、ある程度以上の分子量の化合物を用いる必要があり、実際に使用されている化合物は分子量が数十万以上のものがほとんどである。これら分子量の大きい水溶性高分子化合物は、水、粉体と一緒に添加し、時間をかけて混練しないと十分な粘性が発現しにくく、迅速に増粘効果が得られず、また、予め水溶液として使用すると、水溶液の粘度が高く、添加操作等の点で作業性が低下する等の問題がある。

一般に知られている掘削添加材は、材料分離抵抗性や潤滑性を付与するために、水に粒径の異なる数種類の粘土、増粘剤としての水溶性高分子、透水抑制のための繊維状物質、滑材等、5～10種類の材料や添加剤から構成されているが、現状の技術では水中不分離性や粘弾性に乏しく、十分な性能が得られていないのが実状である。さらに、5～10種類以上の材料から調製しなければならず、添加材調製が非常に複雑となり、また各材料の性能の変動幅を考慮すると最終的な添加材の品質

管理も困難となっている。

本発明者の J P - A 2 0 0 3 - 2 3 8 2 2 2 の検討により、粘土がスラリー中に存在すると、充分な改質効果が得られない場合があることが判明した。

そこで、本発明は、粘土を含むスラリーに対しても、優れたレオロジー改質効果が得られるスラリーレオロジー改質剤を提供する。

本発明によれば、粘土を含むスラリー、例えば水硬性組成物に対しても、良好な増粘性と適正な材料分離抵抗性を付与できる、優れたレオロジー改質効果が得られるスラリーレオロジー改質剤を用いるのに好適な界面活性剤組成物を提供することができる。

#### <化合物 (A) >

化合物 (A) のうち、カチオン性界面活性剤から選ばれるものとして、4級塩型カチオン性界面活性剤が好ましく、4級塩型のカチオン性界面活性剤としては、構造中に、10から26個の炭素原子を含む飽和又は不飽和の直鎖又は分岐鎖アルキル基を、少なくとも1つ有しているものが好ましい。例えば、アルキル（炭素数10～26）トリメチルアンモニウム塩、アルキル（炭素数10～26）ピリジニウム塩、アルキル（炭素数10～26）イミダゾリニウム塩、アルキル（炭素数10～26）ジメチルベンジルアンモニウム塩等が挙げられ、具体的には、ヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロライド、ヘキサデシルトリメチルアンモニウムプロマイド、ヘキサデシルトリメチルアンモニウムメトサルフェート、オクタデシルトリメチルアンモニウムクロライド、オクタデシルトリメチルアンモニウムプロマイド、タロートリメチルアンモニウムクロライド、タロートリメチルアンモニウムプロマイド、水素化タロートリメチルアンモニウムクロライド、水素化タロートリメ

チルアンモニウムプロマイド、ヘキサデシルエチルジメチルアンモニウムクロライド、オクタデシルエチルジメチルアンモニウムクロライド、ヘキサデシルプロピルジメチルアンモニウムクロライド、ヘキサデシルピリジニウムクロライド、1,1-ジメチル-2-ヘキサデシルイミダゾリニウムクロライド、ヘキサデシルジメチルベンジルアンモニウムクロライド等が挙げられ、これらを2種以上併用してもよい。水溶性と増粘効果の観点から、具体的には、ヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロライド、オクタデシルトリメチルアンモニウムクロライド、ヘキサデシルピリジニウムクロライド等が好ましい。また、増粘性能の観点から上記のアルキル鎖長の異なるカチオン界面活性剤を2種以上併用して用いてもよい。

#### <化合物（B）>

化合物（B）のうち、アニオン性芳香族化合物から選ばれるものとして、芳香環を有するカルボン酸及びその塩、ホスホン酸及びその塩、スルホン酸及びその塩が挙げられ、具体的には、サリチル酸、p-トルエンスルホン酸、スルホサリチル酸、安息香酸、m-スルホ安息香酸、p-スルホ安息香酸、4-スルホフタル酸、5-スルホイソフタル酸、p-フェノールスルホン酸、m-キシレン-4-スルホン酸、クメンスルホン酸、メチルサリチル酸、スチレンスルホン酸、クロロ安息香酸等であり、これらは塩を形成していても良く、これらを2種以上併用してもよい。ただし、ポリマーである場合は、重量平均分子量500未満であることが好ましい。

また、化合物（B）のうち、臭化化合物から選ばれるものとして、無機塩が好ましく、臭化ナトリウム、臭化カリウム、臭化水素等が挙げられる。

#### <カチオン性ポリマー（C）>

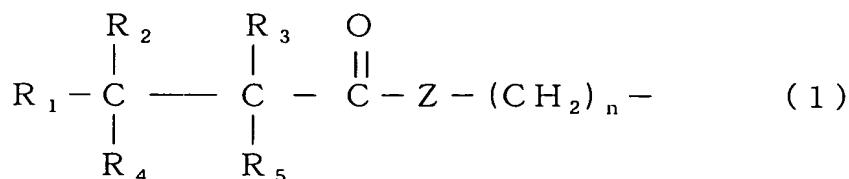
カチオン性ポリマー（C）としては、カチオン性窒素を含むカチオン性ポリマー、更に、分子中に4級塩構造を有するポリマー、なかでもカチオン性窒素が、第4級窒素であるカチオン性ポリマーが挙げられる。

カチオン性ポリマー（C）としては、ジメチルアミノエチル（メタ）アクリレート、ジメチルアミノプロピル（メタ）アクリレート、（メタ）アクリルアミドエチルジメチルアミン、（メタ）アクリルアミドプロピルジメチルアミン、アリルアミン、アリルメチルアミン、アリルジメチルアミン、ジアリルアミン、ジアリルメチルアミン等のホモポリマー、及びこれらのモノマーと他のモノマーとから得られる共重合体が挙げられ、いずれも中和型でも未中和型でも使用できる。

また、カチオン性ポリマー（C）としては、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ジプロピレントリアミン、トリプロピレンテトラミン等のポリアルキレンポリアミンおよび、ポリアルキレンポリアミンに炭素数2～4のアルキレンオキサイドを付加させたポリマーが挙げられ、いずれも中和型でも未中和型でも使用できる。

その他にもポリエチレンイミンおよびポリエチレンイミンに炭素数2～4のアルキレンオキサイドを付加させたポリマーをカチオン性ポリマー（C）として使用できる。

カチオン性ポリマー（C）としては、カチオン性窒素を含むものが好ましく、更に当該カチオン性ポリマーのカチオン性窒素に、炭素数1～22のアルキル基、炭素数2～8のオキシアルキレン基を含んでなるポリオキシアルキレン基、水素原子及び下記式（1）



で表される基〔ここで、 $R_1 \sim R_5$ は、同一でも異なっていても良く、それぞれ水素原子又は炭素数1～22のアルキルもしくはアルケニル基であり、Zは—O—又は—NY—(Yは水素原子又は炭素数1～10のアルキル基)であり、nは1～10の数である。ただし、 $R_1$ 及び $R_3$ はポリマー構造中に取り込まれていても良く、その場合は $R_1$ 及び $R_3$ は存在しない。〕から選ばれる基が結合しているものが好ましい。

一般式(1)で表される基の由来となる化合物としては、メタクリロイルオキシエチルトリメチルアンモニウム塩、メタクリロイルオキシエチルジメチルエチルアンモニウム塩、メタクリロイルオキシプロピルトリメチルアンモニウム塩、メタクリロイルオキシプロピルジメチルエチルアンモニウム塩、メタクリルアミドエチルトリメチルアンモニウム塩、メタクリルアミドエチルジメチルエチルアンモニウム塩、メタクリルアミドプロピルトリメチルアンモニウム塩、メタクリルアミドプロピルジメチルエチルアンモニウム塩、アクリロイルオキシエチルトリメチルアンモニウム塩、アクリロイルオキシエチルジメチルエチルアンモニウム塩、アクリロイルオキシプロピルトリメチルアンモニウム塩、アクリロイルオキシプロピルジメチルエチルアンモニウム塩、アクリルアミドエチルトリメチルアンモニウム塩、アクリルアミドプロピルトリメチルアンモニウム塩、アクリルアミドプロピルジメチルエチルアンモニウム塩等が

挙げられ、これらはアルキル硫酸塩、中でもエチル硫酸塩、メチル硫酸塩が好ましい。

また、カチオン性ポリマー（C）のカチオン性窒素が、ジアリルジアルキルアンモニウム塩、好ましくはジアリルジメチルアンモニウム塩に由来するポリマーもまた好適であり、具体的には、ジアリルジメチルアンモニウム塩とアクリル酸系モノマーとの共重合体等が挙げられる。

また、カチオン性ポリマー（C）としては、カチオン基を有する（メタ）アクリル酸系モノマー、カチオン基を有するスチレン系モノマー、ビニルピリジン系モノマー、ビニルイミダゾリン系モノマー、及びジアリルジアルキルアミン系モノマーからなる群から選ばれるモノマーに由来する構造を有するものが挙げられる。

カチオン性ポリマー（C）の対イオンとしては、ハロゲンイオン、硫酸イオン、アルキル硫酸イオン、リン酸イオン、有機酸イオン等のアニオン性イオンが挙げられる。

カチオン性ポリマー（C）の具体例としては、ポリアリルトリメチルアンモニウム塩等のポリアリルトリアルキルアンモニウム塩、ポリ（ジアリルジメチルアンモニウム塩）、ポリメタクリロイルオキシエチルジメチルエチルアンモニウム塩、ポリメタクリルアミドプロピルトリメチルアンモニウム塩、カチオン化でん粉、カチオン化セルロース、カチオン化ヒドロキシエチルセルロース等であり、これらは4級塩構造を有するモノマーを重合して得ても、対応するポリマーを4級化剤で4級化して得ても良い。これらは、ホモポリマーでなくともよく、必要に応じて共重合可能なモノマーとの共重合物としても良い。具体的には、ジアリルジメチルアンモニウム塩-SO<sub>2</sub>共重合体、ジアリルジメチルアンモニウム塩-アクリルアミド共

重合体、ジアリルジメチルアンモニウム塩-アクリル酸-アクリルアミド共重合物、メタクリロイルオキシエチルジメチルエチルアンモニウム塩-ビニルピロリドン共重合体、メタクリルアミドプロピルトリメチルアンモニウム塩-ビニルピロリドン共重合体、等が挙げられる。これらは、未反応モノマー、副生物、異なるカチオン化密度のポリマーを含んでいてもよい。これらは2種以上併用することができる。

上記の中でも、ポリ(ジアリルジメチルアンモニウム塩)、ポリメタクリロイルオキシエチルジメチルエチルアンモニウム塩、ポリメタクリルアミドプロピルトリメチルアンモニウム塩、メタクリロイルオキシエチルジメチルエチルアンモニウム塩-ビニルピロリドン共重合体、及びメタクリルアミドプロピルトリメチルアンモニウム塩-ビニルピロリドン共重合体から選ばれるカチオン性ポリマーが好ましく、更にこれらの中でも、レオロジー改質効果の観点から、対イオンがアルキル硫酸イオンであるもの、中でもエチル硫酸塩、メチル硫酸塩がより好ましい。

カチオン性ポリマー(C)の分子量は、1000以上が好ましく、1000~300万が更に好ましく、この点で化合物(A)とは区別される。この分子量は、ゲル・パーミエーション・クロマトグラフィーにより、以下の条件で測定された重量平均分子量である。

カラム： $\alpha$ -M(東ソー製) 2本連結

溶離液：0.15 mol/L 硫酸Na、1% 酢酸水溶液

流速：1.0 mL/min

温度：40°C

検出器：RI

## 分子量標準はプルランを使用

カチオン性ポリマー（C）は、カチオン化密度が0.5～1.0 meq/g、更に1～9 meq/g、特に3～8 meq/gであることが、スラリー調製直後及び経時的な粘弾性維持の点から好ましい。カチオン化密度は、後述の実施例の方法により測定することができる。

## ＜界面活性剤組成物＞

本発明の界面活性剤組成物に用いられる化合物（A）と化合物（B）は、化合物（A）の粘度100 mPa·s以下（20℃）の水溶液S<sub>A</sub>と化合物（B）の粘度100 mPa·s以下（20℃）の水溶液S<sub>B</sub>とを混合すると、その粘度が混合前のいずれの水溶液の粘度（20℃）よりも少なくとも2倍高くすることができる性質を有することが必要で、好ましくは少なくとも5倍、より好ましくは少なくとも10倍、更に好ましくは少なくとも100倍、特に好ましくは少なくとも500倍高くすることができることである。

ここで、粘度は、20℃の条件でB型粘度計（Cローター又はN.O. 3ローター、1.5 r.p.mから12 r.p.m）で測定されたものをいう。この場合、前記の粘度挙動は、1.5 r.p.m. から12 r.p.m. の回転数の何れかで発現されればよい。以下、特記しない限り、粘度はこの条件で測定されたものをいう。また、混合はそれぞれの水溶液を50/50の重量比で混合する。更に、本発明の界面活性剤組成物をスラリー系に添加するときの操作性の観点から、混合前の化合物（A）及び化合物（B）の水溶液の20℃における粘度が、それぞれ好ましくは50 mPa·s以下、更に好ましくは10 mPa·s以下で、両液を混合したときに同様の増粘効果を発現することが望ましい。また、化合物（A）と化合物（B）

)とを混合した水溶液は、室温において、水中に、単分子又は会合体・ミセル・液晶等の構造体を形成した状態又はそれらの混在した状態であることが好ましい。

本発明においては、化合物(A)と化合物(B)とが会合体を形成し易いという観点から、化合物(A)が4級塩型カチオン性界面活性剤から選ばれるものであり、化合物(B)がアニオン性芳香族化合物から選ばれるものである組合せが特に好ましい。この組合せでは、それが濃厚な水溶液でも粘性が低く、また、スラリーが水硬性組成物である場合、該水硬性組成物中の化合物(A)又は化合物(B)の有効分濃度が10重量%以下でも優れた粘性を発現し、また、それが濃厚な水溶液でも粘性が低く、添加時の作業性からも好ましい。この組み合せでは、低い添加量で水硬性組成物の材料分離抵抗性を達成することができる。

また、化合物(A)がアルキル(炭素数10~26)トリメチルアンモニウム塩であり、化合物(B)が芳香環を有するスルホン酸塩である組み合せが、スラリーレオロジー改質剤に用いる場合に特に好ましく、スラリーが水硬性組成物である場合、該水硬性組成物の水相中の有効分濃度が5重量%以下でも効果を発現する。特に、これらの中でも硬化遅延を起こさない観点から、化合物(B)としてはトルエンスルホン酸、キシレンスルホン酸、クメンスルホン酸、スチレンスルホン酸又はこれらの塩が好ましく、特に、p-トルエンスルホン酸又はその塩が好ましい。

本発明に係る界面活性剤組成物をスラリーレオロジー改質剤に用いる場合において、化合物(A)と化合物(B)とカチオン性ポリマー(C)とを併用することで、粘土を含むスラリーに対しても優れたレオロジー改質効果が得られるのは、以下の理由によると考えられる。すなわち、粘土の存在するスラリー中では、化合物(A)が粘土に吸着してレオロジー改質の役割を果たす紐状ミセルの形成が阻害され

る場合がある。しかし、本発明のようにカチオン性ポリマー（C）が存在すると、該カチオン性ポリマー（C）の方が化合物（A）よりも粘土に吸着しやすいため化合物（A）の粘土への吸着を防止できる。且つカチオン性ポリマー（C）の吸着により、粘土粒子の凝集が起こり、粘土の表面積も減少して、粘土に吸着される化合物（A）の量をより低減できる。その結果、化合物（A）と化合物（B）により生じる紐状ミセル（巨大なミセル会合体）が充分に形成され、化合物（A）と化合物（B）の本来の効果が維持されるものと考えられる。

本発明は、化合物（A）の粘土への吸着により、充分なレオロジー改質効果が得られない場合に、カチオン性ポリマー（C）により化合物（A）の粘土への吸着を防止できるので、粘土以外に化合物（A）を吸着する能力を有する物質が存在する場合にも、レオロジー改質が可能と考えられる。化合物（A）を吸着する能力の指標として、100g当たりの化合物（A）との化学当量が0.1m eq以上（0.1m eq／100g以上）である物質に適用することが好ましく、特に1～10m eq／100gの物質は、化合物（A）の添加量を著しく増大させても所定のレオロジー改質効果を得にくいので、本発明が好適である。なお、この化合物（A）との化学当量は、後述の実施例の方法により測定することができる。

本発明の界面活性剤組成物は、例えば、化合物（A）、化合物（B）又はカチオン性ポリマー（C）を、各々好ましくは0.1～100重量%、より好ましくは1～100重量%、特に好ましくは5～100重量%含有する製剤を調製し、それらを、各化合物が後述する比率となるようにスラリーに添加して用いることができる。更に、カチオン性ポリマー（C）は、化合物（A）又は化合物（B）と混合しても粘性が高くならないので、予め化合物（A）又は化合物（B）と混合することができる。

でき、同種の電荷を有する点で、化合物（A）と混合することが好ましい。

化合物（A）、化合物（B）は、各化合物単独の濃厚な水溶液でも粘性が低いので、水溶液とすることが好ましい。スラリー系への添加前の水溶液の各々の有効濃度を好ましくは10重量%以上、より好ましくは20重量%以上、更に好ましくは30重量%以上、さらに好ましくは40重量%以上にしておくことにより、貯蔵タンクを小型化できる等の生産性を向上することができる。

本発明の界面活性剤組成物には、その他の界面活性剤を併用することができる。界面活性剤としては、両性界面活性剤や非イオン性界面活性剤が好ましい。特にベタイン系化合物、アルコールにアルキレンオキサイドを付加した化合物が好ましい。

本発明の界面活性剤組成物には、粘度調整等の為、溶剤を併用することができる。溶剤としては、アルコールやセルソルブ系溶剤が好ましく、レオロジー改質効果や引火点の観点から、プロピレングリコールが好ましい。

本発明の界面活性剤組成物は、用途に応じて他の成分、例えば、分散剤、AE剤、遅延剤、早強剤、促進剤、気泡剤、発泡剤、消泡剤、防錆剤、着色剤、防黴剤、ひび割れ低減剤、膨張剤、染料、顔料、スケール防止剤、スライム処理薬剤、防腐剤、乳化剤等を含有していてよい。本発明の界面活性剤組成物を含有するスラリー、レオロジー改質剤もこれらの成分を含有していてよい。

化合物（A）と化合物（B）とカチオン性ポリマー（C）とをスラリーに添加すればレオロジーが改質されたスラリーが得られるので、本発明の界面活性剤組成物をスラリーのレオロジー改質のために用いる場合の各成分の添加形態は特に限定されない。

本発明に係る界面活性剤組成物は、化合物（A）及び（B）がそれぞれ極めて低粘度の水溶液の状態のものでも、混合すると大きな粘性を発現する。従って、スラリーレオロジー改質には、化合物（A）と化合物（B）は水溶液で用い、カチオン性ポリマー（C）を適当な箇所で添加することが好ましい。その際、操作性の観点から、スラリー系に添加するときに、化合物（A）の水溶液、化合物（B）の水溶液それぞれが、使用する温度において $100 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下、好ましくは $50 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下、より好ましくは $10 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下の粘度の水溶液の状態で使用することが好ましい。

本発明の界面活性剤組成物をスラリーのレオロジー改質のために用いる場合は、化合物（A）と化合物（B）のモル比（有効分モル比）は、目的とする増粘の程度に応じて適宜決めればよいが、得られる粘度と会合体の形状の観点から、化合物（A）／化合物（B）＝ $1/20 \sim 4/1$ 、好ましくは $1/3 \sim 2/1$ 、特に好ましくは $1/1 \sim 2/3$ が適している。ここでのモル比は、〔化合物（A）に属する全ての化合物のモル数の合計〕／〔化合物（B）に属する全ての化合物のモル数の合計〕のように算出する。

また、カチオン性ポリマー（C）は、化合物（A）100重量部に対し、1～500重量部、更に5～400重量部、特に8～300重量部の割合で用いられることが好ましい。

本発明における化合物（A）、化合物（B）及びカチオン性ポリマー（C）は、それぞれ水溶液又は粉末のどちらの状態でも使用してよく、特に、本発明の界面活性剤組成物ではどちらの形態でも良好なスラリーレオロジー特性を付与することができる。化合物（A）、化合物（B）及びカチオン性ポリマー（C）を予め粉末状

にして使用すれば、プレミクス用途等における作業性が良好となる。ただし、スラリーを所望の粘性に調整できるようにすることを考慮すると、化合物（A）、化合物（B）及びカチオン性ポリマー（C）をスラリーの構成粉体であるフィラー等に予め表面処理しない使用方法が好ましい。

本発明によれば、本発明の界面活性剤組成物と、水と、水硬性粉体及び／又は粘土以外のフィラーと、粘土とを含有するスラリーが提供される。また、該スラリーは、本発明の界面活性剤を含有するスラリーレオロジー改質剤も含有することができる。

水硬性粉体とは、水和反応により硬化する物性を有する粉体のことであり、セメント、石膏等が挙げられる。例えば、普通ポルトランドセメント、中庸熱セメント、早強セメント、超早強セメント、高ピーライト含有セメント、高炉セメント、フライアッシュセメント、アルミナセメント、シリカフュームセメントなどの水硬性粉体セメントや石膏が挙げられる。

また、フィラーとしては、例えば炭酸カルシウム、フライアッシュ、高炉スラグ、シリカフュームが挙げられる。これらの粉体は単独でも、混合されたものでもよい。更に、必要に応じてこれらの粉体に骨材として砂や砂利、及びこれらの混合物が添加されてもよい。また、酸化チタン等の上記以外の無機酸化物系粉体や土に適用することもできる。

また、粘土としては、層状構造をもった含水珪酸塩鉱物（以降、粘土鉱物と呼ぶ）を主体としたものであり、この粘土中に微粒の鉱物として含まれる粘土鉱物としては、カオリン鉱物（カオリナイト、ディッカイトおよびナクライト）、蛇紋石（リザーダイト、アンチゴライト、クリソタイル）、雲母粘土鉱物（イライト、セリ

サイト、海緑石、セラドナイト）、クロライト、バーミキュライト、スメクタイト（モンモリロナイト、バイデライト、ノントロナイト、サポナイト、ヘクトライト）が挙げられる。これら粘土鉱物からなる粘土として、フラーーズアース、ボールクリー、耐火粘土、陶石、タルク、パイロフィライトが挙げられる。また、化学処理、例えば、熱処理、アルカリ処理された酸性白土や、Naベントナイト、Caベントナイトなども挙げられる。産生地では、用途別にも、化粧品に使用される精製ベントナイト、人工的につくられる粘土としては、合成マイカ、合成カオリナイト、合成スメクタイトが挙げられる。他にも、土木材料で使用される笠岡粘土（商品名：カネサン工業株式会社製）が挙げられる。これら粘土は単独でも、各種粘土を組合せても使用しても良い。本発明でいう粘土は、上記粘土鉱物を主成分とするものに加えて、粘土以外のフィラーと共に存するものや、砂等の骨材中に存在するものを含む。

土とは、粘土分の少ない砂質土と、粘土分が多い粘性土に大別され、前述の粘土等の無機物と腐植や生物などの有機物とが混合した物である。土は多種多様であり、対象とする学問によってもその定義は異なるが、本願でいう土とは、地質学的には残積土や運搬土であり、土壤学的には、成帶性土壤、非成帶性土壤、間帶性土壤である。また、身近な例として、園芸用の「富士砂」、「鹿沼土」、「赤玉」などが土として挙げられる。

本発明のスラリーは、減水剤を含有することができ、一般の減水剤のほか、高性能減水剤、高性能AE減水剤が好ましい。高性能減水剤および高性能AE減水剤（以下、高性能減水剤等という）として、ナフタレン系（花王（株）製：マイティ150）、メラミン系（花王（株）製：マイティ150V-2）、ポリカルボン酸系

(花王（株）製：マイティ3000、NMB製：レオビルドSP、日本触媒社製：アクアロックFC600、アクアロックFC900）が挙げられる。これら高性能減水剤等としては、化合物（A）および化合物（B）と共に存した時に、コンクリートの粘性および分散性に及ぼす影響が小さいという観点から、ポリカルボン酸系が望ましい。高性能減水剤等の使用量としては、水硬性粉体に対して合計で0.1～5重量%、更に1～3重量%が好ましい。

また、本発明のスラリーは、骨材を含有することができる。骨材は、粗骨材、細骨材が有り、それぞれ水硬性組成物の分野で通常使用されるものであれば使用できる。骨材の配合量は特に限定はないが、スラリー1000L中に粗骨材250～400L、細骨材250～400Lが好適である。また、水硬性組成物の分野で通常使用される細骨材の他に、土木分野で使用される化合物（A）を吸着し得る上述の粘土を含有しているような、土砂、礫、砂礫、砂、シルト等を骨材として用いた場合でも、本発明の界面活性剤組成物により、それら骨材の粘弹性を損なうことなく使用することができる。

該スラリーは、水粉体比〔スラリー中の水と粉体の重量百分率（重量%）〕30～300%が好ましい。特に水硬性組成物の場合は、35～250%、更に40～200重量%が好ましい。また、スラリーに用いられる粉体は、単独でも、混合されたものでもよい。

また、本発明における化合物（A）、化合物（B）及びカチオン性ポリマー（C）から選ばれる1種以上の化合物と水硬性粉体とをプレミクスし、本発明の界面活性剤組成物あるいは本発明のスラリーレオロジー改質剤を含有する水硬性粉体組成物を調製することもできる。

本発明の界面活性剤組成物をスラリーに添加する場合、化合物（A）と化合物（B）とカチオン性ポリマー（C）はスラリーに任意の順番で添加できるが、化合物（A）と化合物（B）のいずれか一方の化合物をスラリーに添加し、該スラリーに他方の化合物を添加し、カチオン性ポリマー（C）は任意の箇所で添加することができる。例えば、化合物（A）と化合物（B）の一方の化合物をスラリー中に適当な段階で添加し、粘性が必要となる段階で該スラリーに他方を添加し、カチオン性ポリマー（C）は化合物（A）又は化合物（B）と共に添加するのが作業性の観点から好ましい。また、カチオン性ポリマー（C）は、化合物（A）及び化合物（B）の一方又は両方と予め混合して用いても良い。スラリーに添加するときの化合物（A）、化合物（B）、カチオン性ポリマー（C）の状態は、液状でも粉末状でもよい。化合物（A）を含む組成物（ $\alpha$ ）と、化合物（B）を含む組成物（ $\beta$ ）と、カチオン性ポリマー（C）を含む組成物（ $\gamma$ ）との組合せを含んでなるキット、又は、化合物（A）、化合物（B）及びカチオン性ポリマー（C）のうち、いずれか2つを含み残りの1つを含まない組成物（I）と、組成物（I）が含まない残りの1つを含む組成物（II）との組合せを含んでなるキットは、スラリーレオロジーを改質する方法に好適に使用できる。これらのキットは、必要に応じて、これらの組成物以外の組成物を含むことができる。

また、本発明の界面活性剤組成物を、スラリー製造時に添加することもできる。例えば、まず、化合物（A）又は（B）の一方の化合物と、カチオン性ポリマー（C）と、粉体、例えばセメント等の水硬性粉体と、水とを含むスラリーを調製し、次いで該スラリーに前記化合物（A）又は（B）の他方の化合物を添加する方法が挙げられる。

特に本発明の界面活性剤組成物を、セメントなどの水硬性粉体を使用したスラリーに使用する場合には、セメント粒子の水和反応を制御でき、スラリー攪拌時の巻込み気泡を抑制する観点から、化合物（A）又は化合物（B）とカチオン性ポリマー（C）とをスラリー中に先に添加し、後から残りの化合物（B）又は化合物（A）を添加するのが好適である。

何れの場合も、化合物（A）及び化合物（B）の有効分の合計がスラリーの水相中の有効濃度で0.01～20重量%、更に0.1～15重量%、特に0.1～10重量%になるように用いることが好ましい。カチオン性ポリマー（C）は、スラリーの水相中で、化合物（A）100重量部に対して、1～500重量部、更に5～400重量部、特に8～300重量部になるように用いることが好ましい。

本発明のスラリーは、粉体により種々の用途に用いることができるが、推進掘削工法用の掘削添加材として使用されるのが好ましく、その添加材（スラリー）の組成は、粘土以外のフィラー、特に、フライアッシュが好ましく、その添加材（スラリー）密度は1.055～1.385 g/cm<sup>3</sup>（水粉体比970～100）、更に、1.161～1.318 g/cm<sup>3</sup>（水粉体比300～130）が好ましい（例えば、フライアッシュの密度2.25 g/cm<sup>3</sup>として計算）。

本発明のスラリーは、上記の様な添加材として適用できる。特に、本発明による優れた粘弾性による掘削地盤の崩壊防止効果、逸水防止効果、水中不分離性、砂利の閉塞防止による排泥効率向上が可能となる。また、本発明のスラリーは、化合物（A）が吸着される粘土が多く含まれた場合でもカチオン性ポリマー（C）の効果により施工中その効果を持続する。また、本発明のスラリーを添加材として使用すると、本添加材単独で、高い材料分離抵抗性、増粘性、潤滑性、透水抑制効果を有

しているため、材料の種類が少なくてすむ。配合例として、水と、粘土以外のフィラー、例えば、フライアッシュ、炭酸カルシウム、高炉スラグ、シリカフュームから選ばれる1種類の粉体と、本発明の界面活性剤組成物とで、掘削添加材として十分な性能を發揮する。

次の実施例は本発明の実施について述べる。実施例は本発明の例示について述べるものであり、本発明を限定するためではない。

#### 実施例

##### <実施例1>

###### (1) スラリー原料

スラリー原料として以下のものを用いた。

- ・水硬性粉体：普通ポルトランドセメント、密度3.16 g/cm<sup>3</sup>、太平洋セメント株式会社
- ・化合物（A）：ヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロライド／オクタデシルトリメチルアンモニウムクロライド=50/50（重量比）混合物〔29重量%水溶液（20℃での粘度18 mPa·s）として用いた〕
- ・化合物（B）：p-トルエンスルホン酸ナトリウム〔20重量%水溶液（20℃での粘度2.5 mPa·s）として用いた〕
- ・粘土：笠岡粘土（カネサン工業株式会社）
- ・添加剤：表1のもの

なお、化合物（A）の29重量%水溶液と化合物（B）の20重量%水溶液を50/50の重量比で混合した水溶液の20℃での粘度は、20万mPa·sであった。

## (2) スラリーの調製

セメント 400 g と、粘土 20 g と、化合物 (B) 及び表 1 の添加剤を含む水 400 g [化合物 (B) の水溶液 8 g (水の合計重量に対して 2 重量%) と表 1 に示す量の添加剤を含む] とを、ハンドミキサーで 30 秒混合し、次いでこれに化合物 (A) の水溶液 8 g (前記水の合計重量 2 重量%) を混合し、ハンドミキサーで 60 秒混合した。

## (3) 評価

得られたスラリーについて、調製直後 (0 分後)、60 分後、120 分後の粘度を測定した。粘度は、リオン社製ビスコテスター (No. 1 ローター使用) を使用して 20°C で測定した。結果を表 1 に示す。表 1 に示されるように、比較品 1 は経時的なスラリー粘度の低下が大きく、比較品 2 ~ 6 はスラリーが分離するに至る。一方、本発明品は、何れも経時的なスラリー粘度が安定で分離も生じない。なお、ここで、スラリーが分離するとは、スラリー中の水の一部が粉体や骨材から分離してスラリー上層に浮いてしまうことをいう。

表1

|      |   | 添加剤                                  |       | 粘度(mPa·s/20°C) |      |       |
|------|---|--------------------------------------|-------|----------------|------|-------|
|      |   | 種類                                   | 重量%   | 0分後            | 60分後 | 120分後 |
| 本発明品 | 1 | カチオン性ポリマー(1)                         | 34.5  | 6100           | 7000 | 7500  |
|      | 2 | カチオン性ポリマー(2)                         | 34.5  | 7000           | 7800 | 6900  |
|      | 3 | カチオン性ポリマー(3)                         | 34.5  | 7400           | 7400 | 7400  |
|      | 4 | カチオン性ポリマー(4)                         | 34.5  | 7400           | 6800 | 6100  |
|      | 5 | カチオン性ポリマー(5)                         | 34.5  | 6500           | 6800 | 5500  |
|      | 6 | カチオン性ポリマー(6)                         | 34.5  | 6000           | 6500 | 6000  |
|      | 7 | カチオン性ポリマー(7)                         | 34.5  | 6000           | 6000 | 6000  |
|      | 8 | カチオン性ポリマー(8)                         | 34.5  | 6000           | 6000 | 6000  |
|      | 9 | カチオン性ポリマー(1)                         | 13.8  | 6000           | 6500 | 7100  |
| 比較品  | 1 | カチオン化合物                              | 34.5  | 6000           | 4500 | 3000  |
|      | 2 | CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 172.5 | 6000           | 1500 | 分離    |
|      | 3 | CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O | 69    | 4900           | 1500 | 分離    |
|      | 4 | ポリマー(1)                              | 34.5  | 2000           | 分離   | 分離    |
|      | 5 | ポリマー(2)                              | 34.5  | 4000           | 9000 | 分離    |
|      | 6 | なし                                   | —     | 2400           | 700  | 分離    |

(注) 表中の添加剤の重量%は、化合物(A)の有効分に対する添加剤の有効分の重量%である。また、各ポリマーは以下のものである。

- ・カチオン性ポリマー(1)：ポリ(ジアリルジメチルアンモニウムクロライド)
- 、アルドリッヂ社製、低分子量品（重量平均分子量5000～20000（ラベル表示））、カチオン化密度6.13 meq/g（40重量%水溶液として用いた）
- ・カチオン性ポリマー(2)：ポリ(ジアリルジメチルアンモニウムクロライド)
- 、アルドリッヂ社製、重量平均分子量10万～20万（ラベル表示）、カチオン化

密度 6. 19 m e q / g (20重量%水溶液として用いた)

・カチオン性ポリマー(3)：ポリ(ジアリルジメチルアンモニウムクロライド)

、アルドリッヂ社製、重量平均分子量40万～50万(ラベル表示)、カチオン化  
密度 6. 15 m e q / g (20重量%水溶液として用いた)

・カチオン性ポリマー(4)：ポリメタクリロイルオキシエチルジメチルエチルア  
ンモニウムエチル硫酸塩、重量平均分子量12万、カチオン化密度3. 63 m e q  
/ g (36. 5重量%水溶液として用いた)

・カチオン性ポリマー(5)：ジアリルジメチルアンモニウムクロライド-SO<sub>2</sub>  
共重合体、重量平均分子量4000、商品名PAS-A-5(日東紡績株式会社)

、カチオン化密度4. 33 m e q / g

・カチオン性ポリマー(6)：商品名アキュラック41(三井サイテック株式会社  
)、重量平均分子量4万、カチオン化密度7. 10 m e q / g (50重量%水溶液  
として用いた)

・カチオン性ポリマー(7)：商品名アキュラック35(三井サイテック株式会社  
)、重量平均分子量7万、カチオン化密度7. 11 m e q / g (50重量%水溶液  
として用いた)

・カチオン性ポリマー(8)：商品名アキュラック57(三井サイテック株式会社  
)、重量平均分子量25万、カチオン化密度7. 27 m e q / g (50重量%水溶  
液として用いた)

・カチオン化合物：テトラメチルアンモニウムクロライド(試薬)、分子量109  
、カチオン化密度9. 12 m e q / g (有効分100%)

・ポリマー(1)：カルボキシメチルセルロース、商品名CMC1190(ダイセ

ル化学工業株式会社)

・ポリマー(2)：ポリビニルピロリドン、商品名K-60(I S P T E C H N O L O G I E S I N C.)

なお、カチオン性ポリマーのカチオン化密度測定(コロイド滴定)は下記のように行つた。

まず、カチオン性ポリマー(形態は純分でも溶液でも良い)を、リン酸でpH 3.0に調製した水に溶解させる。トルイジンブルー指示薬を加え、1/400Nのポリビニル硫酸カリウム溶液で滴定し、変色したところを終点とした。カチオン化密度は、下記計算式で求めた。

$$\text{カチオン化密度(meq/g)} = (1/400) \times f \times [(mL)/1000] \times 1000 \times 1/(g) \times (\%)/100$$

f : 1/400Nのポリビニル硫酸カリウム溶液のファクター

(mL) : ポリビニル硫酸カリウム溶液の滴下量

(g) : サンプル量

(%) : サンプル濃度

#### <実施例2>

実施例1で用いた化合物(A)、化合物(B)、添加剤を用いて、推進工法用の掘削添加材として好適なスラリーを調製した。すなわち、フライアッシュ〔市販品(関西電力製)、密度2.25 g/cm<sup>3</sup>] 100 gと、化合物(B)及び表2に示す添加剤を含む水155 g [化合物(B)の水溶液2.33 g(水の合計重量に対して1.5重量%)と表2に示す量の添加剤を含む]とを、ハンドミキサーで30秒混合し、次いでこれに化合物(A)の水溶液2.33 g(前記水の合計重量に対して1.5重量%)を混合し、ハンドミキサーで60秒混合しスラリーを得た。

該スラリーの水粉体比は150%、密度は1.286 g/cm<sup>3</sup>であった。

笠岡粘土と千葉県君津産山砂を重量比で1:3の割合で混合した砂質土を想定としたモデル土（嵩密度1.087 g/cm<sup>3</sup>）を作成した。得られたスラリーとモデル土とを、スラリー／モデル土の重量比が1.0又は2.0の割合となるように混合し、ハンドミキサーで60秒間攪拌した。該混合物の調製直後（0分後）、60分後の20℃での粘度をB型粘度計（回転数6 rpm）で測定した。結果を表2に示す。表2に示されるように、比較品2-1、2-2のスラリー／モデル土混合系では、経時的に粘度が増大しないのに対し、本発明品では、何れも経時に粘度が著しく増大している。

表 2

|      |     | 添加剤          |       | スラリー／モデル土<br>重量比 | 粘度(mPa·s/20℃) |       |
|------|-----|--------------|-------|------------------|---------------|-------|
|      |     | 種類           | 重量%   |                  | 0分後           | 60分後  |
| 本発明品 | 2-1 | カチオン性ポリマー(6) | 85.3  | 1.0              | 7400          | 10300 |
|      | 2-2 | カチオン性ポリマー(6) | 170.6 | 1.0              | 8600          | 12500 |
|      | 2-3 | カチオン性ポリマー(1) | 170.6 | 1.0              | 9000          | 13000 |
|      | 2-4 | カチオン性ポリマー(6) | 85.3  | 2.0              | 9600          | 5000  |
|      | 2-5 | カチオン性ポリマー(6) | 170.6 | 2.0              | 11500         | 15000 |
|      | 2-6 | カチオン性ポリマー(1) | 170.6 | 2.0              | 13000         | 15000 |
|      | 2-7 | カチオン性ポリマー(6) | 341.2 | 2.0              | 19200         | 32400 |
| 比較品  | 2-1 | 無し           | —     | 1.0              | 1300          | 1100  |
|      | 2-2 | 無し           | —     | 2.0              | 2000          | 1400  |

<実施例 3 >

(1) コンクリート配合

表 3

| W/C<br>(%) | W/P<br>(%) | W<br>(g) | C<br>(g) | 石粉<br>(g) | S     |       | 高性能減水剤<br>(対P重量%) |
|------------|------------|----------|----------|-----------|-------|-------|-------------------|
|            |            |          |          |           | 砂1(g) | 砂2(g) |                   |
| 479        | 39         | 206      | 43       | 491       | 210   | 489   | 3.25              |

注) P:セメント(C)と石粉の合計重量

セメント (C) : 普通ポルトランドセメント (市販品、密度  $3.16 \text{ g/cm}^3$ )

石粉 : 炭酸カルシウム粉末 (清水工業製、密度  $2.72 \text{ g/cm}^3$ )

砂 1 : 兵庫県産碎砂 (密度  $2.57 \text{ g/cm}^3$ )

砂 2 : 佐賀県産海砂 (密度  $2.57 \text{ g/cm}^3$ )

高性能減水剤 : ポリカルボン酸系高性能減水剤「マイティ3000」 [花王(株) 製]

(2) モルタルの調製

表3に示す配合条件で、モルタルミキサーを用いて、セメント(C)、細骨材(S)、を投入し、空練りを10秒行い、実施例1で用いた化合物(B)と高性能減水剤と実施例1で用いた添加剤を含む練り水(W)を加え30秒間攪拌した後、実施例1で用いた化合物(A)を添加し、90秒間混練りした。得られたモルタルの調製直後(0分後)、20、40、60分後の流動性及び粘度を測定した。流動性は、モルタルコーンに調製したモルタルを詰め、垂直に引き上げ、静止したモルタルの直径を測定した。粘度は、リオン製ビスコテスター(No.1ローター使用)を使用し20℃で測定した。尚、化合物(A)及び化合物(B)は、練り水の合計重量に対して4.0重量%とし、添加剤の量は表4に示す通りとした。また、本実施例で使用した砂1、砂2は、何れも粘土等の微粒分を多く含む細骨材であり、化合物(A)を吸着する能力〔以下、化合物(A)吸着能という〕は、それぞれ1.3meq/100g、1.2meq/100gであった。ここで、化合物(A)吸着能は次の様に求めた。

化合物(A)としてヘキサデシルトリメチルアンモニウムクロライドとオクタデシルトリメチルアンモニウムクロライドとの混合物(重量比50:50、分子量330.71)の29重量%水溶液を用いた。この化合物(A)水溶液8.2gを水で希釈して200mLに調整し、試験物質(砂)400gと共に、800mLフタ付ガラス瓶(星硝株式会社製)中に入れ、10秒間手で振り混ぜた。その後50秒間静置し、上澄み液を分取した。TOC(全有機炭素分析計)にて検量線法により、この上澄み液中の化合物(A)の残存濃度を求めた。その残存濃度 $\alpha$ (mg/L)から下記計算式より、化合物(A)吸着能を求めた。

$$\text{化合物(A)吸着能[meq/100g]} = [(8.2 \times 0.29 \times 1000) - \alpha \times 0.2] \div 400 \div 330.71 \times 100$$

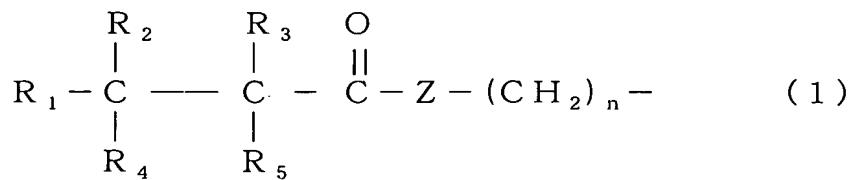
表4

|                  | 添加剤<br>種類     | 重量%  | 流動性 (mm) |      |      | 粘度 (mPa·s / 20°C) |       |            |
|------------------|---------------|------|----------|------|------|-------------------|-------|------------|
|                  |               |      | 0分後      | 20分後 | 40分後 | 60分後              | 0分後   | 20分後       |
| 本<br>發<br>明<br>品 | カチオン性ポリマー-(1) | 8.6  | 235      | 238  | 229  | 221               | 15000 | 17000      |
|                  | カチオン性ポリマー-(1) | 17.4 | 230      | 235  | 225  | 218               | 15500 | 18000      |
|                  | カチオン性ポリマー-(6) | 8.6  | 230      | 233  | 225  | 215               | 15000 | 18000      |
| 比<br>較<br>品      | なし            | —    | 242      | 261  | 285  | 324               | 8000  | 3900       |
|                  | ポリマー-(1)      | 17.4 | 245      | 270  | 295  | 340               | 8000  | 3500       |
|                  |               |      |          |      |      |                   | 分離    | 3400<br>分離 |
|                  |               |      |          |      |      |                   | 分離    | 2500<br>分離 |

比較品 3-1、3-2 は、いずれも 20 分以後で材料分離が観察された。一方、本発明品 3-1～3-3 では、経時的な材料分離は生じず、且つ流動性、粘度の経時的な変動も少ないため、例えば推進工法用の掘削添加材として有用である。

## 請求の範囲

1. カチオン性界面活性剤（以下、化合物（A）という）と、アニオン性芳香族化合物及び臭化化合物からなる群より選ばれる1種以上の化合物（以下、化合物（B）という）と、カチオン性ポリマー（C）とを含有し、化合物（A）と化合物（B）の組み合わせが、化合物（A）の水溶液 $S_A$ （20℃での粘度が100mPa·s以下のもの）と化合物（B）の水溶液 $S_B$ （20℃での粘度が100mPa·s以下のもの）とを50/50の重量比で混合した水溶液の20℃における粘度が、混合前のいずれの水溶液（20℃）の粘度よりも少なくとも2倍高くなる組み合わせである界面活性剤組成物。
2. カチオン性ポリマー（C）が、カチオン性窒素を含む請求項1記載の界面活性剤組成物。
3. カチオン性ポリマー（C）のカチオン性窒素が第四級窒素である請求項2記載の界面活性剤組成物。
4. 前記カチオン性ポリマー（C）のカチオン性窒素に、炭素数1～22のアルキル基、炭素数2～8のオキシアルキレン基を含んでなるポリオキシアルキレン基、水素原子及び下記式（1）：



で表される基〔ここで、 $R_1 \sim R_5$ は、同一でも異なっていても良く、それぞれ水

素原子又は炭素数 1 ~ 2 のアルキルもしくはアルケニル基であり、 Z は -O- 又  
は -NY- (Y は水素原子又は炭素数 1 ~ 10 のアルキル基) であり、 n は 1 ~ 1  
0 の数である。ただし、 R<sub>1</sub> 及び R<sub>3</sub> はポリマー構造中に取り込まれていても良く  
、その場合は R<sub>1</sub> 及び R<sub>3</sub> は存在しない。] から選ばれる基が結合している、請求  
項 2 または 3 記載の界面活性剤組成物。

5. 前記カチオン性ポリマー (C) のカチオン性窒素が、ジアリルジメチルアン  
モニウム塩に由来する請求項 2 ~ 4 何れか記載の界面活性剤組成物。

6. 前記カチオン性ポリマー (C) が、カチオン基を有する (メタ) アクリル酸  
系モノマー、カチオン基を有するスチレン系モノマー、ビニルピリジン系モノマー  
、ビニルイミダゾリン系モノマー、及びジアリルジアルキルアミン系モノマーから  
なる群から選ばれるモノマーに由来する構造を有する請求項 2 ~ 5 の何れか記載の  
界面活性剤組成物。

7. 前記カチオン性ポリマー (C) のカチオン化密度が 0.5 ~ 1.0 meq/g  
である請求項 1 ~ 6 の何れか記載した界面活性剤組成物。

8. 化合物 (A) 100 重量部に対し、カチオン性ポリマー (C) を 1 ~ 500  
重量部含有する請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の界面活性剤組成物。

9. 化合物 (A) を含む組成物 ( $\alpha$ ) と、化合物 (B) を含む組成物 ( $\beta$ ) と、  
カチオン性ポリマー (C) を含む組成物 ( $\gamma$ ) との組合せを含むか、又は、化合物  
(A) 、化合物 (B) 及びカチオン性ポリマー (C) のうち、いずれか 2 つを含み  
残りの 1 つを含まない組成物 (I) と、組成物 (I) が含まない残りの 1 つを含む  
組成物 (II) との組合せを含んでなる請求項 1 ~ 8 いずれか記載の界面活性剤組成  
物を得るためのキット。

10. 請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の界面活性剤組成物のスラリーレオロジー改質剤用途。

11. 請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の界面活性剤組成物を含むスラリーレオロジー改質剤。

12. 請求項 1 ~ 8 いずれか記載の界面活性剤組成物と、水と、水硬性粉体及び／又は粘土以外のフィラーと、粘土とを含有するスラリー。

13. さらに高性能減水剤又は高性能AE減水剤を含有する請求項 1 2 記載のスラリー。

14. 推進工法用の掘削添加材に使用される請求項 1 2 又は 1 3 記載のスラリー。

15. 請求項 1 ~ 8 いずれか記載の界面活性剤組成物をスラリーに添加することを含むスラリーのレオロジーを改質する方法。

16. 請求項 9 記載のキットを用いる請求項 1 5 記載の方法。

17. 請求項 1 2 又は 1 3 記載のスラリーを掘削添加材として用いることを含む推進工法を行う方法。

18. 請求項 1 2 又は 1 3 記載のスラリーの推進工法掘削添加材としての用途。

## 要約書

本発明は、カチオン性界面活性剤（以下、化合物（A）という）と、アニオン性芳香族化合物及び臭化化合物からなる群より選ばれる1種以上の化合物（以下、化合物（B）という）と、カチオン性ポリマー（C）をと含有し、化合物（A）の水溶液 $S_A$ と化合物（B）の水溶液 $S_B$ とを等量混合した水溶液の20℃における粘度が、混合前のいずれの水溶液（20℃）の粘度よりも少なくとも2倍高くなる組み合わせである界面活性剤組成物である。